

Rec'd PCTO 07 JAN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/007922 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F01N 11/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007570

(22) Internationales Anmeldedatum:  
14. Juli 2003 (14.07.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 32 120.5 16. Juli 2002 (16.07.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): FEV MOTORENTECHNIK GMBH [DE/DE];  
Neuenhofstrasse 181, 52078 Aachen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WEINOWSKI, Rolf

[DE/DE]; Am Hang 28, 52223 Stolberg (DE). WERNER,  
Sascha [DE/DE]; Lange Hecke 59, 52134 Herzogenrath  
(DE).

(74) Anwalt: RÖHL, Wolf, Horst; Rethelstrasse 123, 40237  
Düsseldorf (DE).

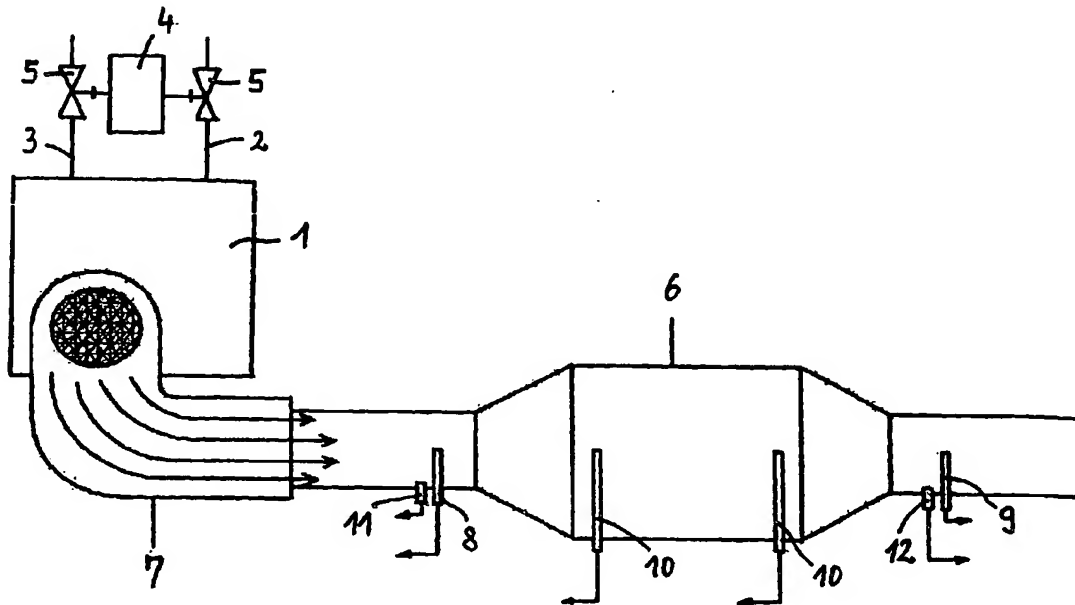
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO,  
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ARTIFICIALLY AGEING A CATALYTIC CONVERTER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM KÜNSTLICHEN ALTERN EINER KATALYSATOREINRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for artificially ageing a catalytic converter (6), used on a testing bench, for converting exhaust gases comprising at least one component from the group consisting of components containing C, HC and NO<sub>x</sub>. According to said method, hot ageing gas comprising at least one component from the group consisting of components containing C, HC and NO<sub>x</sub> is passed through the catalytic converter (6). The invention also relates to a corresponding device.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/007922 A1



TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US*

**Veröffentlicht:**

— *mit internationalem Recherchenbericht*

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum künstlichen Altern einer zum Einsatz an einem Katalysatorprüfstand dienenden Katalysatoreinrichtung (6) für die Umsetzung von Abgasen mit wenigstens einem Bestandteil aus der Gruppe umfassend C-, HC- und NO<sub>x</sub>-haltige Bestandteile, wobei man die Katalysatoreinrichtung (6) mit heissem Alterungsgas, das wenigstens einen Bestandteil aus der Gruppe umfassend C-, HC- und NO<sub>x</sub>-haltige Bestandteile umfasst, durchströmen lässt, sowie eine entsprechende Vorrichtung.

## Verfahren und Vorrichtung zum künstlichen Altern einer Katalysatoreinrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum künstlichen Altern einer Katalysatoreinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung.

Der US-Staat Kalifornien hat sich in der Vergangenheit einen Namen durch frühe und strenge Emissionsgesetze für Benzin-Fahrzeuge gemacht. Diese Gesetze machen es notwendig, Abgasnachbehandlungssysteme zu entwickeln, die eine Haltbarkeit von mehr als 100.000 Meilen aufweisen. In der europäischen Union schreibt der Gesetzgeber mit der Abgasstufe Euro 3 eine Haltbarkeit von 80.000 km und mit Fahrzeugen ab dem Modelljahr 2005 mit Einführung der Abgasstufe Euro 4 eine Haltbarkeit von 100.000 km vor.

Um die verkehrsbedingte Luftverschmutzung zu reduzieren führte die „California Air Resources Board“ (CARB) 1988 für alle Benzin-Fahrzeuge in Kalifornien mit der OBD (On Board Diagnose) verschärfte Emissionsgrenzwerte

ein. Zusätzlich zu dieser Verschärfung mußten alle abgasrelevanten Komponenten durch die zur Verfügung stehenden elektronischen Steuergeräte einer kontinuierlichen Überwachung unterzogen werden. Die Europäische Union führte zum Modelljahr 2001 für alle Benzin-Fahrzeuge eine ähnliche Gesetzgebung ein. Dabei unterscheiden sich die Abgasstufen zwischen den Grenzwerten für die Emissionen und der On Board Diagnose. Die Grenzwerte der OBD sind von der CARB mit einem festen Verschlechterungsfaktor versehen, und sollen das Verhalten eines gealterten Bauteils widerspiegeln. So muß bei Überschreiten dieser Abgasgrenze dem Fahrer durch ein optisches Signal der fehlerhafte Betrieb eines emissionsrelevanten Bauteils verdeutlicht werden.

Diese Überwachung aller On Board Diagnosen muß bei einer Homologation (Typisierung) vor dem Gesetzgeber mit entsprechend gealterten Bauteilen zertifiziert werden, um die Fehlererkennung zu demonstrieren. Des weiteren muß ein Nachweis darüber geführt werden, daß die Emissionsrichtlinien, wie vom Gesetzgeber vorgeschrieben, entsprechend der vorgegebenen Dauerhaltbarkeit erfüllt werden.

Neben der Typzertifizierung überwacht der Gesetzgeber im Feld, speziell in Kalifornien und den USA, die Automobilhersteller, ob die vorgeschriebenen Gesetze eingehalten, und ob man die Gesetzesvorschriften erweitern kann. So werden mit der ab Modelljahr 2004 geltenden LEVII Gesetzgebung hauptsächlich die NOx Emissionen schärfer reglementiert. Dies gilt vor allem für die OBD, da zur Zeit lediglich die Kohlenwasserstoff(HC)Emissionen reglementiert sind, was dazu führt, daß der Automobilhersteller auch lediglich eine Verschlechterung der Kohlenwasserstoffkonvertierung im Abgas diagnostisch überwacht. Da man über die Erfahrung und aus Feldversuchen der letzten Jahre festgestellt hat, daß die Stickoxidemissionen nicht vergleichbar zu den Kohlenwasserstoffemissionen altern, muß ab Modelljahr 2004 neben den Kohlenwasserstoffemissionen ein Überschreiten der NOx-Emissionen ebenfalls überwacht werden.

So gilt für die Emissionen des zu überwachenden Katalysators mit der Einführung der LEVII - Gesetzgebung in den USA, daß weder die methanfreien Kohlenwasserstoffemissionen noch die Stickoxidemissionen das 1,75-Fache des zu applizierenden Emissionsgrenzwertes überschreiten dürfen, und daß die Konvertierungsrate des gealterten Katalysators sowohl für die methanfreien Kohlenwasserstoffemissionen als auch für die Stickoxidemissionen 50% nicht unterschreiten darf.

Des weiteren wird mit der LEVII Gesetzgebung das Altern von Gesamtabgasanlagen für diejenigen Hersteller gefordert, die keine Zylinderabschaltung bei erkannten Aussetzern oberhalb der katalysatorschädigenden Aussetzer vornehmen.

Die ständig wachsenden Anforderungen des Gesetzgebers erfordern von den Automobilherstellern, mehr Forschung in die Alterungsprozesse von Bauteilen, welche abgasrelevant sind, zu investieren.

Die gealterten Bauteile sind im Verlauf der Applikation eines jeden Fahrzeugs ein wichtiger Bestandteil zur Untersuchung der Abgasrelevanz. So muß zum einen sicher gestellt werden, welchen Einfluß ein gealtertes Bauteil auf die Emissionen hat, und zum anderen, inwieweit sich das Verhalten zu einem neuen Bauteil verändert hat. Diese Informationen müssen im Laufe der Applikation entsprechend in der Software verarbeitet werden.

Von extrem großer Bedeutung ist hierbei das Alterungsverhalten von katalytischen Abgassystemen und das Simulieren von Alterungszuständen.

Zur Zeit existieren grundsätzlich drei verschiedene künstliche Alterungsverfahren für Kfz-Katalysatoren.

So ist eine Alternative das Stimulieren von Aussetzern im Fahrzeug. Das unverbrannte Luft- und Kraftstoffgemisch wird im Katalysator nachverbrannt und erzeugt relativ hohe Katalysatortemperaturen. Dieses Verfahren der Alterung hat sich jedoch in der Vergangenheit als nicht reproduzierbar erwiesen, da kein einheitlicher Zyklus zur Alterung für die unterschiedlichen Katalysatorsysteme

ermittelt werden konnte. Außerdem kann die Temperatur im Katalysator während eines konstanten Betriebspunktes nur schwer auf einem Niveau gehalten werden. Bedingt durch die unkontrollierte Verbrennung des unverbrannten Kraftstoffs im Katalysator und die damit verbundenen unkontrollierbaren Temperaturspitzen kommt es weiterhin zu einer Bauteilschwächung bis hin zur optischen Zerstörung des Katalysators. Des weiteren kann dieses Alterungsverfahren relativ zeit- und kostenintensiv sein, da in der Regel mehrere Katalysatoren für verschiedene Versuche benötigt werden, sowie aufgrund des kostenaufwendigen Einsatzes von Motorenprüfständen sowie deren Verfügbarkeit.

Ein weiteres Verfahren zur Katalysatoralterung ist die Ofen- bzw. die Vakuum-Ofen-Alterung. Bei diesem Verfahren wird lediglich der Monolith des Katalysators bei einer Temperatur von 1000 bis 1350°C im Ofen gealtert. Nach der Alterung muss der Monolith an den entsprechenden Zulieferer weitergeleitet werden, um in das Katalysatorgehäuse verbaut zu werden. Das entsprechend gealterte Bauteil muß nun in das Fahrzeug montiert und für einige hundert Kilometer zur Stabilisierung unter Berücksichtigung der Emissionen eingefahren werden. Ist das Emissionsziel nach einem Abgastest nicht erreicht, muß der Alterungsvorgang wiederholt werden. In der Regel sind mehrere iterative Alterungsschritte notwendig, um die gewünschte Verschlechterung der Konvertierungsrate zu erhalten. Dieses Verfahren kann zu erheblichen Zeitverzögerungen im OBD-Applikationsprozess führen. Der Aufwand sowohl bei den Aus-, sowie Einbauarbeiten des Katalysators sowie das nach jedem Alterungsschritt zu fahrende Stabilisierungsprogramm erfordert neben der Zeitintensivität ebenfalls kostspielige Ressourcen. Des weiteren kann mit diesem Alterungsverfahren nicht die gesamte Abgasanlage gealtert werden, da aufgrund der unterschiedlichen Positionen der Katalysatoren im Fahrzeug, eine unterschiedliche Belastung des Bauteils mit diesem Verfahren nicht simuliert werden kann.

Zusätzlich zu den oben genannten Verfahren wird das künstliche Altern von Katalysatoren auf dem Motorenprüfstand angewandt. In einem speziellen Dauerlaufzyklus wird der Katalysator extremen Temperaturspitzen und Betriebszuständen unterzogen, um das Altern zu beschleunigen. Zusätzlich kann die Alterung durch Lambdareglereingriffe nach „fett“ bzw. „mager“ beschleunigt werden. Dieses Verfahren ist, bedingt durch den Einsatz eines Motorenprüfstandes, relativ kostenintensiv, und nicht auf unterschiedliche Abgasanlagen übertragbar. Hierbei kann auch eine Kombination aus fettem Abgasgemisch mit zusätzlicher Sauerstoffanreicherung des Abgases zur effektiveren Nachverbrennung eingesetzt werden. Es hat sich jedoch gezeigt, daß es, aufgrund der auftretenden Temperaturspitzen, im Katalysator zur teilweisen Verschmelzung bis hin zur kompletten Erodierung des Monolithen kommen kann.

Alle aufgeführten Verfahren sind somit iterative Alterungsverfahren, die entweder einen relativ großen Aufwand an Ressourcen wie zum Beispiel Motorenprüfstände benötigen, bzw. die eine unbekannte Anzahl an Versuchsträgern voraussetzen. Des weiteren liegt die Problematik darin, daß heutige Katalysatoren auf die Wünsche der Automobilhersteller zugeschnitten werden, wie zum Beispiel unterschiedliche Zelldichte bzw. unterschiedliche Anteile an Edelmetallen, und somit das Alterungsverhalten untereinander differiert. Daher ist man im Moment nicht in der Lage einen einheitlichen Alterungszyklus einzusetzen, der das Abgas auf ein entsprechend vergleichbares Niveau verschlechtert.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum künstlichen Altern einer Katalysatoreinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und eine hierzu geeignete Vorrichtung zu schaffen, die es ermöglichen, das künstliche Altern zu standardisieren.

Diese Aufgabe wird entsprechend der Merkmalskombination des Anspruchs 1 bzw. 28 gelöst.

Hiernach wird ein künstliches Altern vorgenommen, indem heißes Alterungsgas mit C-, HC- und/oder NO<sub>x</sub>-haltigen Bestandteilen durch eine zum Einsatz an einem Katalysatorprüfstand dienende Katalysatoreinrichtung, geeignet für die Umsetzung von Abgasen mit C-, HC- und/oder NO<sub>x</sub>-haltigen Bestandteilen, hindurch geführt wird.

Das Alterungsgas wird zweckmäßigerweise durch Verbrennung eines C-haltigen Kraftstoffs mit Verbrennungsluft, vorzugsweise durch Verbrennen in einem Brenner oder einer Gasturbine, erzeugt. Die Zusammensetzung des Alterungsgases kann ferner durch Zumischen von zusätzlichen Komponenten, insbesondere C-, HC- und/oder NO<sub>x</sub>-haltigen Komponenten, verändert werden.

Jedoch kann das Alterungsgas auch synthetisch, d.h. durch Entnahme aus Gasflaschen und Erhitzen oder durch Verbrennung von Wasserstoff und Zumischen von zusätzlichen Komponenten, insbesondere C-, HC- und/oder NO<sub>x</sub>-haltigen Komponenten, erzeugt werden.

Zweckmäßigerweise wird ein Alterungsgas mit einer Temperatur >250°C, vorzugsweise >700°C und insbesondere von etwa 1000°C bis etwa 1250°C verwendet.

Wenn das Alterungsgas als heißes Abgas eines Verbrennungsvorgangs eines C-haltigen, flüssigen oder gasförmigen Kraftstoffs erzeugt wird, wird vorzugsweise mit einer Lambda-Einstellung > 1, vorzugsweise > 1,5 gearbeitet. Die Temperatur des der Katalysatoreinrichtung zuzuführenden Alterungsgases kann unabhängig von der Einstellung von Lambda durch Kühlung variiert werden. Die Kühlung kann auf unterschiedliche Weisen erfolgen, so kann die zum Verbrennen angesaugte Luft entsprechend gekühlt werden, oder man kann einen Kraftstoff mit sehr großer Verdampfungsenthalpie, etwa Methanol, verwenden, oder man kann eine Wassereinspritzung beim Verbrennungsvorgang vornehmen, man kann auch dem heißen Alterungsgas kalte Luft oder gekühltes, aus der Katalysatoreinrichtung austretendes Gas zumischen. Das letztere, rezirkulierte



Gas kann man beispielsweise über Wärmetauscher, durch Wassereinspritzung, durch Zusetzen kalter Luft od.dgl. kühlen.

Die Temperatur des der Katalysatoreinrichtung zuzuführenden Alterungsgases kann unabhängig von der Einstellung von Lambda durch die Kühlung variiert werden.

Als Kraftstoff wird zweckmäßigerweise ein schwefelarmer Kraftstoff, der vorzugsweise weniger als 10 ppm Schwefel, insbesondere weniger als 5 ppm Schwefel enthält, mit Verbrennungsluft verbrannt, wobei so standardisiertes Alterungsgas mit einer geeigneten Temperatur größer etwa 700°C, vorzugsweise im Bereich von etwa 1000° bis etwa 1250°C, mittels eines Heißluftgebläses durch die Katalysatoreinrichtung hindurch geblasen wird. Bei einem Kraftstoff mit einem sehr geringen Schwefelanteil wird ein chemisches Altern bzw. ein Vergiften der Katalysatoreinrichtung während des Alterns vermieden. Dadurch kann eine nachträgliche Stabilisierungsphase des Katalysators im Fahrzeug entfallen.

Schwefelhaltige Kraftstoffe mit Schwefelgehalten > 50 ppm können aber ebenfalls zur Erzeugung des Alterungsgases eingesetzt werden, zumal bei Temperaturen über 980°C durch die hohe Temperatur eine Zersetzung der dann im Alterungsgas enthaltenen Schwefelverbindungen stattfindet, so daß die Katalysatoreinrichtung nicht vergiftet wird.

Das Verhältnis von Kraftstoff und Verbrennungsluft kann in vorbestimmten Zyklen variiert werden. Auf diese Weise kann die zu alternde Katalysatoreinrichtung mit unterschiedlichen Alterungsgaszusammensetzungen und Alterungsgastemperaturen entsprechend einem Belastungskollektiv, wie es insbesondere einem gemischten Fahrzeugbetrieb entspricht, belastet werden. So kann mit Hilfe einer Kombination aus einem Brenner und einem Gebläse ein spezielles Heißabgas hergestellt werden, das durch die Katalysatoreinrichtung geführt wird. Durch das Verstellen der Parameter Luft und Kraftstoff kann die Katalysatoreinrichtung zyklischen thermischen Belastungen unterzogen werden, und erfährt somit Bedingungen wie im realen Fahrbetrieb. Die durchgesetzte

Luftmasse entspricht dabei der Luftmasse wie sie beispielsweise im gemischten Fahrzeugflottenbetrieb vorkommt. Ein typischer Alterungszyklus liegt in einem Temperaturbereich von 1000 bis 1250°C. - Bei synthetischer Herstellung des Alterungsgases ist dieses entsprechend möglich.

Es läßt sich auch ein spezieller Alterungszyklus verwenden, der dazu geeignet ist, das Ansprungsverhalten der Katalysatoreinrichtung (Light-off-Temperatur) am Prüfstand nachzubilden.

Die Katalysatoreinrichtung kann mehrfach jeweils nach einem Alterungsschritt einer Diagnose unterworfen werden, wobei das Amplitudenverhältnis einer Hinter-Kat-Sonde als ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit mit einem Modell verglichen, wobei das Modell mit einem relevanten Grenzkatalysator abgestimmt und ein Grenzwert aus dem Amplitudenverhältnis zwischen dem aktuellen Signal der Hinter-Kat-Sonde im Vergleich zum modellierten Hinter-Kat-Sondensignal ermittelt wird, wobei das Hinter-Kat-Sondensignal als Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit der Katalysatoreinrichtung genommen wird.

Auf diese Weise wird eine systematische Alterung von Katalysatoreinrichtungen erreicht. Speziell im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Prototypenteilen während der Applikation und die damit verbundenen Kosten, ist ein Alterungsverfahren zur schrittweisen und reproduzierbaren Alterung von Katalysatoreinrichtungen ein wichtiger Beitrag zur Kosten- und Zeitreduktion bei der Erstellung von gealterten Bauteilen, sowie zur Erfüllung der LEVII-Gesetzgebung. Insbesondere das Begrenzen der NO<sub>x</sub>-Grenzen, sowie das Altern von Gesamtabgasanlagen kann vorgenommen werden.

Das Altern der Katalysatoreinrichtungen erfolgt so unter realitätsnahen Bedingungen, die daher nahezu alle aus der Praxis bekannten Alterungsmechanismen ermöglicht. Die thermale Deaktivierung der Katalysatoreinrichtung führt zu einer Verkleinerung der Oberfläche der aktiven Zentren (Edelmetalle), bedingt durch Rekristallisation. Des weiteren kann es zu

einer Diffusion der Edelmetalle in der Beschichtung kommen, wodurch die aktiven Zentren schlechter oder gar nicht mehr zugänglich sind und daher die Aktivität der Katalysatoreinrichtung abnimmt. Neben diesen physikalischen Alterungsmechanismen finden bei der hohen Temperatur auch chemische Reaktionen statt. Bekannt sind Reaktionen zwischen Edelmetall und Washcoat sowie Reaktionen innerhalb des Washcoats. Diese Reaktionen können durch Abgaskomponenten wie z.B.  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  begünstigt werden. Besonders das Altern in wasserdampfhaltiger Atmosphäre ist neben den Parametern Sauerstoffgehalt, Druck und Temperatur entscheidend für das Alterungsverhalten der Katalysatoreinrichtung.

Mit einer Kombination aus Gaszusammensetzung und Gastemperatur die auf ein Niveau angehoben wird, die weder den Monolithen noch den Washcoat beschädigt, werden die Alterungsprozesse in der Katalysatoreinrichtung zusätzlich gefördert. Die Prozesse bewirken eine Minderung der Aktivität der Katalysatoreinrichtung aufgrund einer Abnahme der aktiven Oberfläche. Mit Hilfe dieses Alterungsverfahrens kann nun eine schrittweise Alterung der Katalysatoreinrichtung durchgeführt werden.

Das Alterungsverfahren ist insbesondere bei 3-Wege-Katalysatoren für Kraftfahrzeuge,  $\text{NO}_x$ -Katalysatoren, Oxi-Katalysatoren, Reformern für Reduktionsmittel und für Brennstoffzellen verwendbar.

In Fig. 1 ist der Emissionsverlauf bei einer erfindungsgemäßen Katalysatoralterung gegenüber der Zeit [h] aufgetragen, wobei Kurve A die  $\text{CO}$ -Emissionen [%], Kurve B die  $\text{NO}_x$ -Emissionen [%] und Kurve C die Kohlenwasserstoff-Emissionen (ohne Methan) [%] wiedergeben. Die gestrichelte Kurve D stellt den Grenzwert für die Kohlenwasserstoff-Emission dar.

Fig. 2 zeigt einen kumulierten Emissionsverlauf in dem in den USA vorgeschriebenen FTP72-Test (der dem europäischen NEDC-Test entspricht). Hierbei wird eine stabilisierte, d.h. im Neuzustand in einem Kraftfahrzeug nach ca. 4000 km eingefahrene Katalysatoreinrichtung mit einer entsprechend dem

erfindungsgemäßen Verfahren gealterten Katalysatoreinrichtung verglichen. Die Alterung einer Katalysatoreinrichtung nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hat, wie Fig. 2 zeigt, die Minderung der Aktivität gegenüber HC, CO und NO<sub>x</sub> zur Folge. Hierbei zeigt das untere Diagramm von Fig. 2 den Geschwindigkeitsverlauf beim FTP72-Test, wobei die Geschwindigkeit in km/h gegenüber der Zeit in sec aufgetragen ist. Für dieses zeitliche Geschwindigkeitsprofil zeigt das obere Diagramm von Fig. 2 die kumulierten Kohlenwasserstoffemissionen in g aufgetragen über die Zeit in sec, und das mittlere Diagramm die kumulierten Stickoxidemissionen in g aufgetragen über die Zeit in sec, wobei die Emissionen an der Austrittsseite der Katalysatoreinrichtung bestimmt wurden, und zwar für die erfindungsgemäß gealterte Katalysatoreinrichtung gestrichelt und für die stabilisierte Katalysatoreinrichtung durchgezogen.

Der Modalschrieb der Kohlenwasserstoffemissionen und Stickoxidemissionen gemäß Fig. 2 zeigt, wie sich die Verteilung der Emissionen im Vergleich zwischen einer stabilisierten Katalysatoreinrichtung und einer erfindungsgemäß gealterten Katalysatoreinrichtung im FTP72 Test darstellt. So kann man zum einen erkennen, daß die Light-Off-Temperatur der erfindungsgemäß gealterten Katalysatoreinrichtung gegenüber einer stabilisierten Katalysatoreinrichtung deutlich ansteigt, und zum anderen, daß während des gesamten Tests sowohl die kumulierten Kohlenwasserstoffemissionen als auch die kumulierten Stickoxidemissionen weiter zunehmen, während die kumulierten Emissionen bei einer stabilisierten Katalysatoreinrichtung nach einem anfänglichen Anstieg gleich bleiben.

Dieses Verhalten spiegelt sich auch direkt in der Abstimmung der dafür zuständigen Diagnose der Katalysatorkonvertierung wieder. Bei dieser Diagnose wird einmal pro Fahrzyklus das Amplitudenverhältnis einer Hinter-Kat-Sonde, einer am Katalysatorausgang befindlichen Sonde für den Sauerstoffgehalt des dort austretenden Gases, als ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit mit einem Modell verglichen. Das Modell wird mit dem OBD relevanten

Grenzkatalysator abgestimmt und ein Grenzwert aus dem Amplitudenverhältnis zwischen dem aktuellen Signal der Hinter-Kat-Sonde im Vergleich zum modellierten Hinter-Kat-Sondensignal ermittelt. Hierbei wird das Hinter-Kat-Sondensignal als Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit der Katalysatoreinrichtung genommen.

Fig. 3 zeigt – im Vergleich zu Fig. 2 zeitlich gespreizt – das Hinter-Kat-Sondensignal in Volt gegenüber der Zeit in sec aufgetragen im oberen Diagramm für eine stabilisierte Katalysatoreinrichtung, im mittleren Diagramm für eine dauerlaufgealterte Katalysatoreinrichtung, d.h. eine Katalysatoreinrichtung, die 100.000 Meilen in einem Kraftfahrzeug gealtert ist, und im unteren Diagramm für eine erfindungsgemäß gealterte Katalysatoreinrichtung. Die Trennschärfe des Hinter-Kat-Sondensignals zwischen einer dauerlaufgealterten Katalysatoreinrichtung, und einem (OBD) Grenzkatalysator stellt ein wichtiges Beurteilungskriterium bezüglich einer sicheren Katalysatorüberwachung im Feldbetrieb dar. Diesbezüglich ist aus Fig. 3 auffällig, daß eine erfindungsgemäß gealterte Katalysatoreinrichtung ein über dem Abgastest konstantes Hinter-Kat-Sondensignal ausgibt, wobei die Aufeinanderfolge der Signale deutlich ausgeprägt und deren Amplitude im wesentlichen gleichbleibend ist. Dieses Verhalten vereinfacht das Abstimmen der Diagnose, da der Erkennungs- und Diagnosebereich somit frei im Abgastest gewählt werden kann. In Bezug auf den US-amerikanischen Gesetzgeber „CARB“, der kontinuierlich Feldüberwachungen vornimmt und die Diagnosen im kundenrelevanten Fahrzyklus überprüft, ist dies ein wichtiger Aspekt.

Fig. 4 zeigt ein Diagramm bezüglich der Reproduzierbarkeit der Emissionen in % über die Fahrleistung in km bei einer erfindungsgemäß gealterten Katalysatoreinrichtung, wobei das Band X das Streuband der Kohlenwasserstoffemissionen, das Band Y das Streuband der CO-Emissionen und das Band Z das Streuband der NOx-Emissionen, jeweils mit entsprechenden Meßpunkten, gemessen über das Hinter-Kat-Sondensignal, darstellt. Hieraus ist

ersichtlich, daß die Streuung der Meßwerte relativ gering und die jeweiligen Emissionen in Bezug auf die Fahrleistung stabil sind. Die so erzielte Laufzeitstabilität ist ein weiteres wichtiges Beurteilungskriterium für eine gealterte Katalysatoreinrichtung, um während der Applikation reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten. Die erfindungsgemäß gealterte Katalysatoreinrichtung zeigt ein nahezu konstantes Verhalten über der dargestellten Laufzeit von ca. 1400km. So bewegen sich die Kohlenwasserstoffemissionen in einem Streuband von etwa 5%, und die Stickoxidemissionen in einem Streuband von etwa 10%. Somit hat sich die vermessene Katalysatoreinrichtung nach der Alterung weder deutlich verbessert noch verschlechtert.

Fig. 5 zeigt schematisch eine Ausführungsform einer Vorrichtung zum künstlichen Altern einer Katalysatoreinrichtung. Diese umfaßt eine Einrichtung 1 zum Erzeugen eines heißen Alterungsgases, etwa einen Brenner (oder eine Gasturbine) für einen aus Kohlenwasserstoffen bestehenden Kraftstoff, der der Einrichtung 1 über eine Leitung 2 zugeführt wird. Ferner wird der Einrichtung 1 über eine weitere Leitung 3 Verbrennungsluft zugeführt, wobei eine Regelung 4 vorgesehen ist, die über Ventile 5 das Verhältnis von Kraftstoff und Verbrennungsluft nach einem vorbestimmten Programm einstellt. Das von der Einrichtung 1 als Alterungsgas erzeugte heiße Abgas wird dabei über das Verhältnis von Kraftstoff zu Verbrennungsluft derart eingestellt, daß sich eine Temperatur zwischen etwa 1000°C und etwa 1250°C am Eingang einer zu alternden Katalysatoreinrichtung 6 ergibt. Das Alterungsgas wird dabei mittels einer Fördereinrichtung 7, etwa einem Heißgasgebläse, die für einen Alterungsgasdurchsatz durch die Katalysatoreinrichtung 6 beispielsweise entsprechend einem gemischten Flottenbetrieb sorgt, der Katalysatoreinrichtung 6 zugeführt und seine Temperatur am Eingang der Katalysatoreinrichtung 6 mittels eines Temperaturfühlers 8 sowie ebenfalls am Ausgang der Katalysatoreinrichtung 6 mittels eines weiteren Temperaturfühlers 9 gemessen. Außerdem wird die Temperatur in der Katalysatoreinrichtung 6 vorne und hinten mittels zweier

zusätzlicher Temperaturfühler 10 gemessen. Schließlich wird der Sauerstoffgehalt des Alterungsgases vor und nach der Katalysatoreinrichtung 6 mittels zweier Sauerstoffsonden 11, 12 gemessen, wobei die Sauerstoffsonde 12 die Hinter-Kat-Sonde bildet.

Der im Brenner 1 zu verbrennende, gegebenenfalls schwefelarme Kraftstoff ist je nach Katalysatoreinrichtung 6 ein für Otto- oder Dieselmotoren geeigneter Kraftstoff.

Fig. 6 zeigt schematisch eine weitere Ausführungsform einer Vorrichtung zum künstlichen Altern einer Katalysatoreinrichtung, bei der im einzelnen dargestellt ist, daß Verbrennungsluft über eine Leitung 3, eine Fördereinrichtung hierfür etwa in Form einer Pumpe 13, einen Wärmetauscher 14 für Verbrennungsluft, über den die Temperatur, die zusammen mit dem Druck in der Leitung 3 an einer Meßstelle 15 gemessen wird, der letzteren einstellbar ist, und über das Ventil 5 einem Mischer 16 zusammen mit Kraftstoff über die Leitung 2 zugeführt wird. Das im Mischer 16 erzeugte Gemisch aus Verbrennungsluft und Kraftstoff wird der Einrichtung 1 zum Erzeugen von heißem Alterungsgas, hier in Form eines Brenners, zugeführt. Der Einrichtung 1 ist ein Mischer 17 und die Einrichtung 7 zum Fördern des heißen Alterungsgases nachgeschaltet, das von der Einrichtung 7 in die Katalysatoreinrichtung 6 gefördert wird. Der Katalysatoreinrichtung 6 ist eine Turbine oder Drossel 18 nachgeschaltet, von der das Gas schließlich austritt.

Vor und nach der Katalysatoreinrichtung 6 ist jeweils eine Meßstelle 19 für Sauerstoffgehalt, Gastemperatur und gegebenenfalls Gasdruck vorgesehen, während gegebenenfalls auch die Temperatur mittels entsprechender Temperaturfühler 10 in der Katalysatoreinrichtung gemessen werden kann.

Austrittseitig zur Katalysatoreinrichtung 6 ist ein Abzweig für eine Leitung 20 zum Rezirkulieren von aus der Katalysatoreinrichtung 6 austretendem Gas vorgesehen, die über ein Drosselventil 21 gesteuert mit der Einrichtung 8, wenn diese als Saugstrahlpumpe ausgebildet ist, zu deren Betrieb verbunden ist.

Anstelle der Ausbildung als Saugstrahlpumpe kann die Einrichtung 8 aber auch als Heißgasgebläse, Strömungsverdichter oder Dreh- oder Hubkolbenverdichter ausgebildet sein.

Die Leitung 20 kann aber auch stattdessen oder zusätzlich über ein Drosselventil 22 mit dem Mischer 17 verbunden sein, um so Gas von der Austrittsseite der Katalysatoreinrichtung 6 dem Alterungsgasstrom beizumischen. Das so rezirkulierte Gas kann gegebenenfalls über einen Wärmetauscher 23 gekühlt, über eine Fördereinrichtung 24, etwa eine Pumpe, und gegebenenfalls über einen weiteren Wärmetauscher 25 zur Rückkühlung des durch die Fördereinrichtung 24 verdichteten Gases dem Mischer 17 zugeführt werden. Ferner kann ein Speicherbehälter 26 mit einer Meßstelle 27 für den Sauerstoffgehalt, die Gastemperatur und den Gasdruck zwischengeschaltet sein.

Dem Mischer 17 können über eine Leitung 28 auch zusätzliche Stoffe zugeführt werden, die mit dem Alterungsgas vermischt werden sollen.

Dem Mischer 17 kann ein Drosselventil 29 vorgeschaltet sein, wobei zwischen der Einrichtung 2 und dem Drosselventil 29 eine mit einem Drosselventil 30 versehene Leitung 31 abzeigt, um überschüssiges Alterungsgas abzuführen.

Der Speicher 26 kann auch über ein Drosselventil 32 mit der Leitung 2 bzw. dem Mischer 16 verbunden sein, um eine Gasrezirkulation zur Kraftstoff-Verbrennungsluft-Mischung vorzunehmen.

Ersichtlich wird es bei einfachem apparativem Aufbau ermöglicht, Alterungsgase verschiedener Drücke, Temperaturen und Qualitäten (Luftzahlen) herzustellen, wobei die Zustandsgrößen über entsprechende (nicht dargestellte) Regler zeitabhängig oder konstant eingestellt werden können. Eine Temperatur wie im motorischen Betrieb von Kraftfahrzeugen kann durch Zumischen von gekühltem Gas vom Ausgang der Katalysatoreinrichtung 6 zum von der Einrichtung 1 erzeugten Alterungsgas eingestellt werden.

Um ein Überhitzen der Katalysatoreinrichtung 6 beim Anfahren der Vorrichtung zum Altern zu vermeiden, kann beim Starten der gesamte



Alterungsgasstrom an der Katalysatoreinrichtung über die Leitung 31 vorbeigeführt werden. Eine Teilmenge hiervon kann auch gekühlt über die Leitung 20 zurückgeführt werden, bis die Zielwerte für Luftverhältnis und Temperatur erreicht sind.

Der Verstellbereich von Durchsatz, Druck, Temperatur und Luftverhältnis des Alterungsgases kann zur Verbesserung des dynamischen Verhaltens vorgenommen werden durch Zumischung von Gas von der Austrittsseite der Katalysatoreinrichtung 6 vor und/oder hinter die Einrichtung 1 (etwa den Brenner), und zwar gekühlt oder ungekühlt. Eine Verdichtung von Alterungsgas und Frischluft auf einen erhöhten, beispielsweise den doppelten Druck führt dazu, daß der Massenstrom durch die verschiedenen Ventile unabhängig vom Gegendruck und damit nur noch eine Funktion der Öffnung und Dichte vor dem Ventil ist. Eine dynamische Regelung von Massenstrom, Temperatur und Lambda kann abhängig von der Größe der Speichervolumina Zusatzmaßnahmen erfordern, so etwa eine Lambdamessung im von der Austrittsseite der Katalysatoreinrichtung 6 rezirkuliertem, gegebenenfalls gespeicherten Gas, Abblasen eines Teilstroms des von der Einrichtung 1 gelieferten Alterungsgases oder Zumischen von gekühltem bzw. ungekühltem Gas.

Als Zusatzstoffe können dem Mischer 2 beispielsweise durch ihre Verdampfungswärme die Temperatur absenkende Zusätze oder solche zugeführt werden, die mit dem Katalysatormaterial chemisch reagieren. Insbesondere die zweite Möglichkeit erlaubt eine Untersuchung von selektiv katalytisch wirkenden Abgasnachbehandlungsstrategien, wobei gegebenenfalls synthetisches, heißes Alterungsgas verwendet wird, dem beispielsweise Stickoxide beigemischt werden.

Wird als Zusatzstoff ein Brennstoff zugegeben, können auch durch die Reaktionswärme sehr hohe Temperaturen in der Katalysatoreinrichtung 6 erreicht werden, durch die beispielsweise die Wirkung von kurzfristig erhöhten Kohlenwasserstoffanteilen im Abgas von Brennkraftmaschinen nachgestellt werden können.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum künstlichen Altern einer zum Einsatz an einem Katalysatorprüfstand dienenden Katalysatoreinrichtung für die Umsetzung von Abgasen mit wenigstens einem Bestandteil aus der Gruppe umfassend C-, HC- und NO<sub>x</sub>-haltige Bestandteile, **dadurch gekennzeichnet**, daß man die Katalysatoreinrichtung mit heißem Alterungsgas, das wenigstens einen Bestandteil aus der Gruppe umfassend C-, HC- und NO<sub>x</sub>-haltige Bestandteile umfaßt, durchströmen läßt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als heißes Alterungsgas ein durch Verbrennung eines C-haltigen Kraftstoffs erzeugtes Abgas ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas in einem Brenner durch Verbrennung mit Verbrennungsluft erzeugt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas in einer Gasturbine erzeugt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Alterungsgas mittels eines Gebläses durch die Katalysatoreinrichtung geführt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Alterungsgas mit einer Temperatur  $> 250^{\circ}\text{C}$  in die Katalysatoreinrichtung eingeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Alterungsgas mit einer Temperatur  $> 700^{\circ}\text{C}$  in die Katalysatoreinrichtung eingeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Alterungsgas mit einer Temperatur von etwa  $1000^{\circ}\text{C}$  bis etwa  $1250^{\circ}\text{C}$  in die Katalysatoreinrichtung eingeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas bei einem Verbrennungsbetrieb mit  $\text{Lambda} > 1$  erzeugt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das heiße Abgas bei einem Verbrennungsbetrieb mit  $\text{Lambda} > 1,5$  erzeugt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß als Kraftstoff ein brennbares, C-haltiges Fluid aus der Gruppe aus gasförmigen und flüssigen Fluiden verwendet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Kraftstoff schwefelarmer Kraftstoff verwendet wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt  $< 10$  ppm verwendet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Kraftstoff mit einem Schwefelgehalt  $< 5$  ppm verwendet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Kraftstoff und Verbrennungsluft in vorbestimmten Zyklen variiert wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoreinrichtung mit unterschiedlichen Alterungsgaszusammensetzungen und Alterungsgastemperaturen entsprechend einem Belastungskollektiv belastet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoreinrichtung entsprechend einem gemischten Fahrzeugbetrieb belastet wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatoreinrichtung mehrfach jeweils nach einem Alterungsschritt einer Diagnose unterworfen wird, wobei das Amplitudenverhältnis einer Hinter-Kat-Sonde als ein Maß für die Sauerstoffspeicherfähigkeit mit einem Modell verglichen, wobei das Modell mit einem relevanten Grenzkatalysator

abgestimmt und ein Grenzwert aus dem Amplitudenverhältnis zwischen dem aktuellen Signal der Hinter-Kat-Sonde im Vergleich zum modellierten Hinter-Kat-Sondensignal ermittelt wird, wobei das Hinter-Kat-Sondensignal als Maß für die Sauerstoffspeicherefähigkeit der Katalysatoreinrichtung genommen wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Katalysatoreinrichtung austretendes Gas teilweise dem der Katalysatoreinrichtung zugeführtem Alterungsgas zur Rezirkulation beigemischt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das der Katalysatoreinrichtung zugeführte Alterungsgas gekühlt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 19 und 20, dadurch gekennzeichnet, daß das der Katalysatoreinrichtung zugeführte Alterungsgas durch aus der Katalysatoreinrichtung austretendes Gas gekühlt wird.

22. Verfahren nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß aus der Katalysatoreinrichtung austretendes Gas gekühlt dem der Katalysatoreinrichtung zuzuführenden Alterungsgas beigemischt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des der Katalysatoreinrichtung zugeführten Alterungsgases unabhängig von der Einstellung von Lambda bei der Erzeugung des Alterungsgases durch Kühlung variiert wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß dem heißen Alterungsgas wenigstens eine Komponente zum Einstellen einer bestimmten Zusammensetzung des Alterungsgases zugemischt wird.

25. Verfahren nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Komponente aus der Gruppe umfassend C- und HC-haltige Gasbestandteile zugemischt wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 5 bis 8 und 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß das Alterungsgas synthetisch erzeugt wird.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß eine Katalysatoreinrichtung aus der Gruppe umfassend einen 3-Wege-Katalysator, einen NO<sub>x</sub>-Katalysator, einen Oxi-Katalysator, einen Reformier für Reduktionsmittel und einen Reformier für Brennstoffzellen mit dem Alterungsgas gealtert wird.

28. Vorrichtung zum künstlichen Altern einer zum Einsatz an einem Katalysatorprüfstand dienenden Katalysatoreinrichtung (6) für die Umsetzung von Abgasen mit wenigstens einem Bestandteil aus der Gruppe umfassend C-, HC- und NO<sub>x</sub>-haltige Bestandteile, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (1) zum Erzeugen eines heißen Alterungsgases und eine Einrichtung (7) zum Fördern des heißen Alterungsgases durch die Katalysatoreinrichtung (6) vorgesehen ist.

29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1) zum Erzeugen eines heißen Alterungsgases eine Einrichtung Verbrennung eines C-haltigen Kraftstoffs mit Verbrennungsluft ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (7) zum Fördern des heißen Alterungsgases durch die Katalysatoreinrichtung ein Heißluftgebläse ist.

31. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (7) zum Fördern des heißen Alterungsgases durch die Katalysatoreinrichtung eine Saugstrahlpumpe ist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß ein Temperaturfühler (8) zum Messen der Temperatur des der Katalysatoreinrichtung (6) zuzuführenden Alterungsgases vorgesehen ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum Regeln der Temperatur des der Katalysatoreinrichtung (6) zuzuführenden Alterungsgases vorgesehen ist.

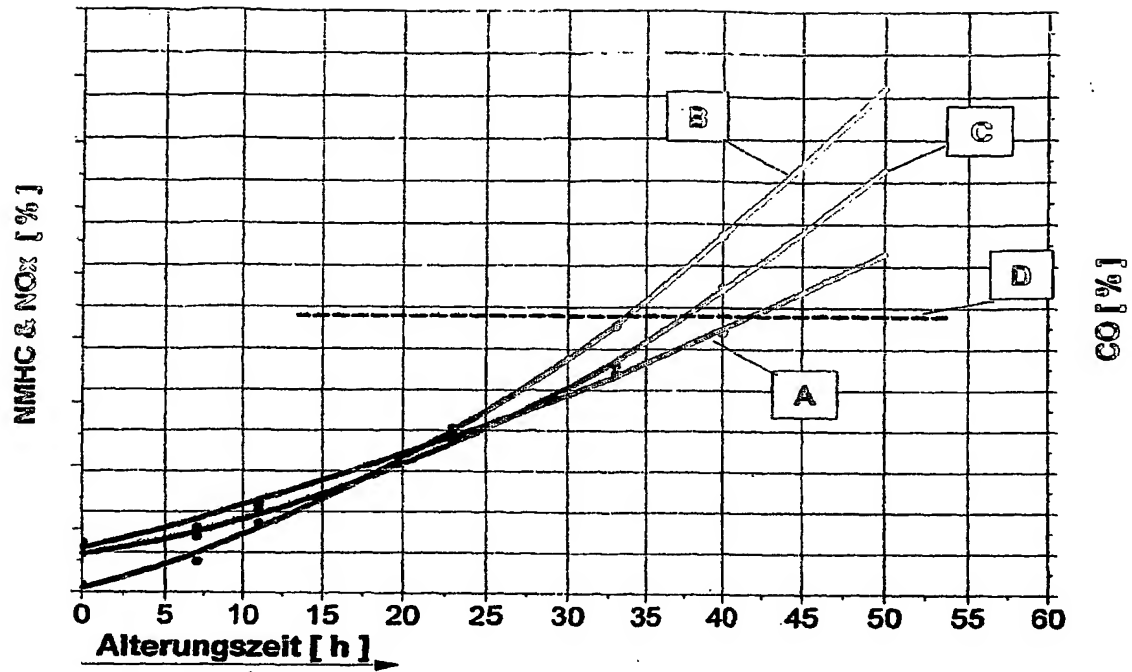
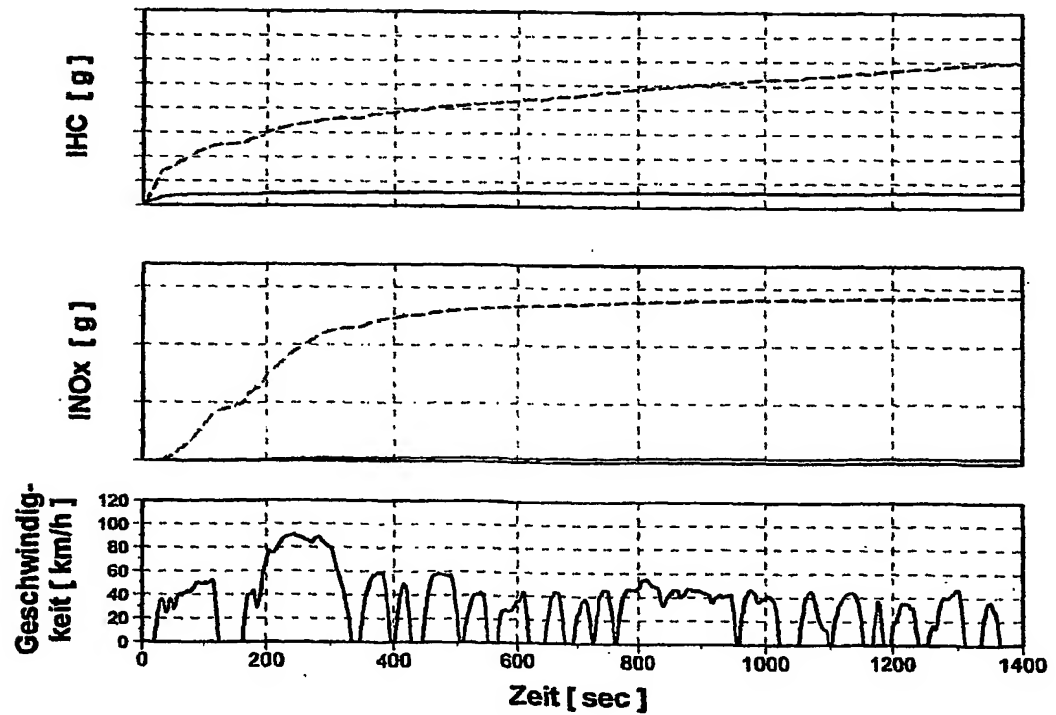
34. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur teilweisen Rezirkulation von aus der Katalysatoreinrichtung (6) austretendem Gas zum Alterungsgas vorgesehen ist.

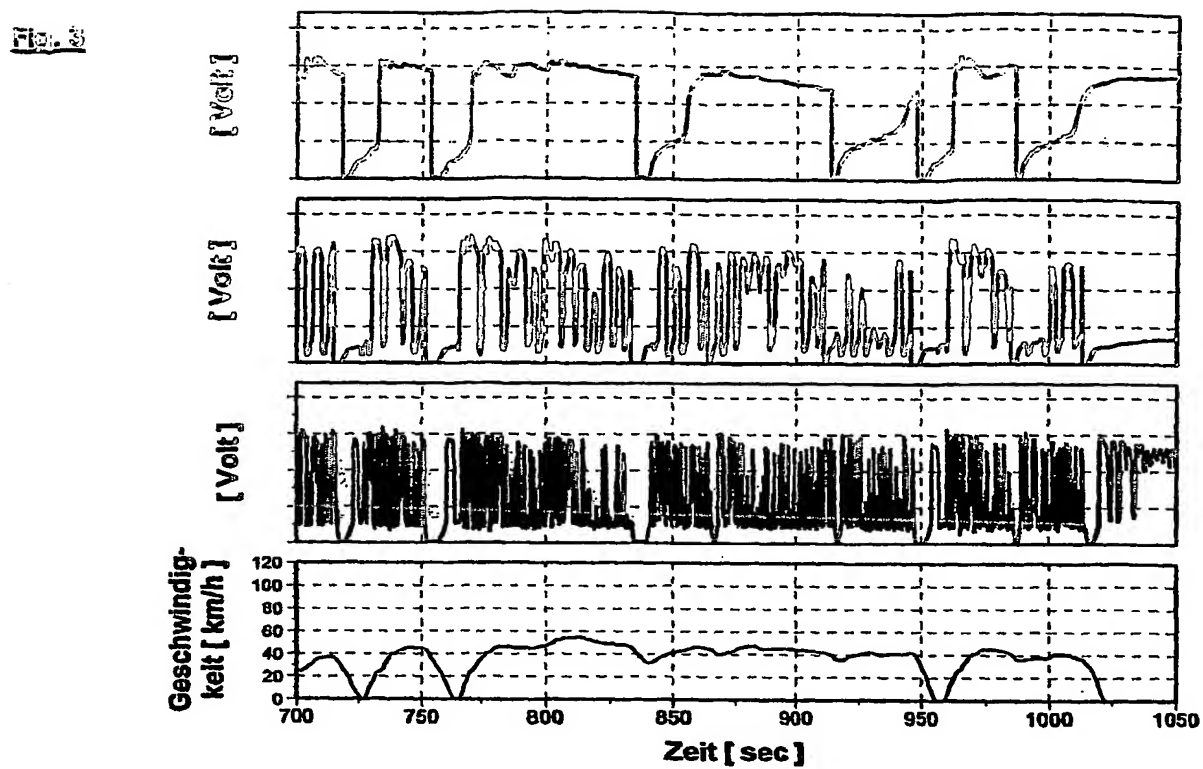
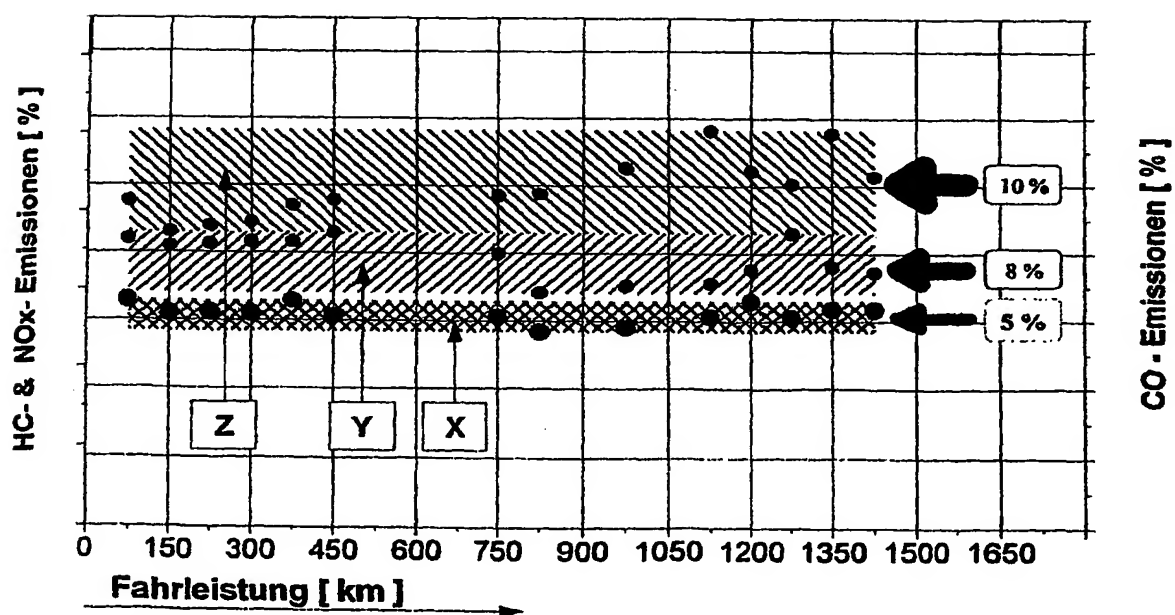
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum Kühlen des der Katalysatoreinrichtung (6) zuzuführenden Alterungsgases vorgesehen ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Kühlen des der Katalysatoreinrichtung (6) zuzuführenden Alterungsgases eine Einrichtung (23, 25) zum Kühlen von rezirkuliertem, von aus der Katalysatoreinrichtung (6) austretendem Gas umfaßt.

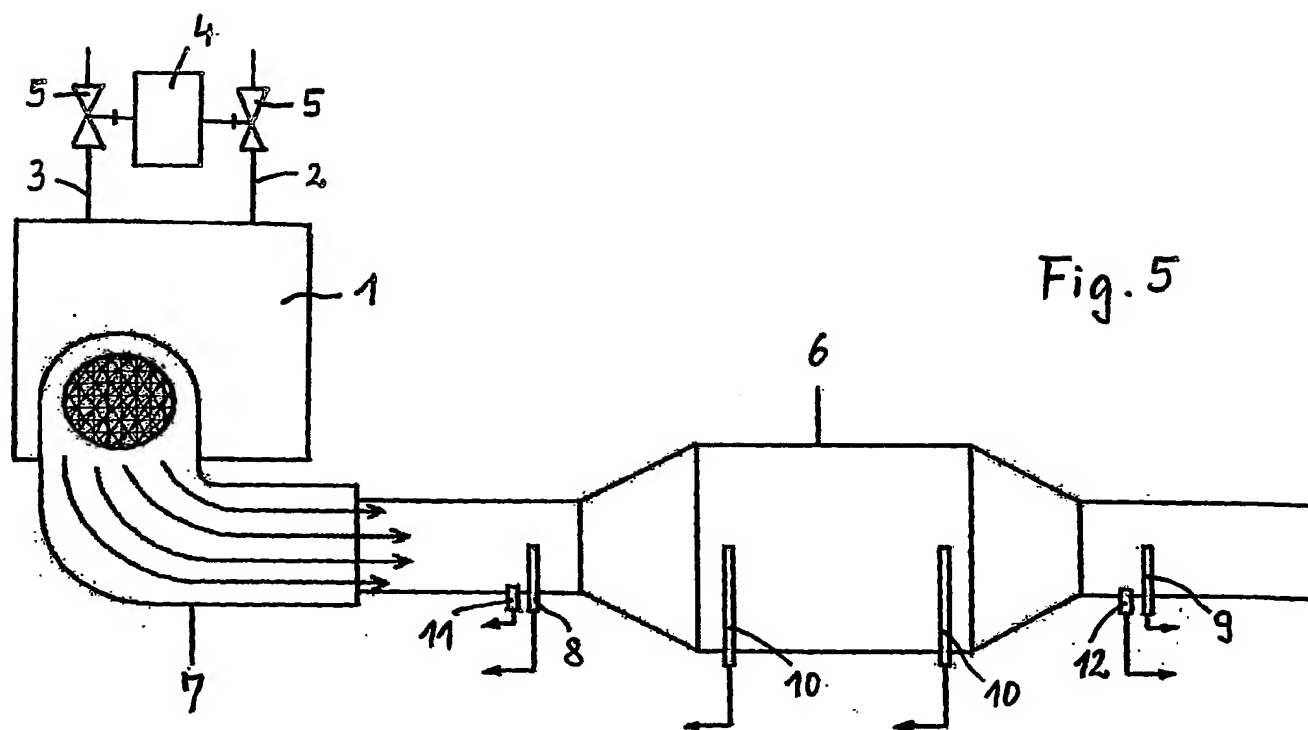
37. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sauerstoffsonde (9) am Ausgang der Katalysatoreinrichtung (6) zur Überwachung der Katalysatoreinrichtung (6) vorgesehen ist.

38. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 28 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sauerstoffsonde (8) zur Überwachung des der Katalysatoreinrichtung (6) zuzuführenden Alterungsgases vorgesehen ist.

**Fig. 1****Fig. 2**

**Fig. 4**







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP-03/07570

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F01N11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No.                                   |
|------------|---|---|
| X          | US 2001/054281 A1 (ADAMS JOSEPH M ET AL)<br>27 December 2001 (2001-12-27)   | 1-3, 5-9,<br>11, 16,<br>20, 21,<br>27-30,<br>32, 33, 35 |
| Y          | paragraph '0030! - paragraph '0046!;<br>figures   | 18, 37, 38  |
| A          | ---   | 12-14   |
| Y          | US 6 151 888 A (BLUMENSTOOK ANDREAS ET<br>AL) 28 November 2000 (2000-11-28)<br>column 7, line 11 - line 17; figure 4G | 18, 37, 38  |
| X          | GB 2 356 826 A (JAGUAR CARS)<br>6 June 2001 (2001-06-06)<br><br>page 4, line 5 -page 6, line 7; figure<br>---         | 1-3, 6-8;<br>27-29,<br>37, 38                           |
|            | -/-   |   |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 October 2003

Date of mailing of the international search report

21/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sideris, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 03/07570

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages        | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| P, X       | WO 03 014620 A (SOUTHWEST RES INST)<br>20 February 2003 (2003-02-20)<br>abstract; figures | 1, 28                 |
| A          | EP 1 114 921 A (FORD GLOBAL TECH INC)<br>11 July 2001 (2001-07-11)                        |                       |
| A          | US 5 396 794 A (NICHOLS ANGELO H)<br>14 March 1995 (1995-03-14)                           |                       |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/03/07570

| Patent document<br>cited in search report |    | Publication<br>date | Patent family<br>member(s)  | Publication<br>date  |
|---|----|---------------------|---|--|
| US 2001054281                             | A1 | 27-12-2001          | NONE  |  |
| US 6151888                                | A  | 28-11-2000          | DE 19623335 C1<br>DE 19751895 A1<br>JP 10068314 A<br>SE 514628 C2<br>SE 9702245 A<br>US 5987883 A<br>FR 2771507 A1<br>IT MI982485 A1<br>JP 11257056 A | 28-08-1997<br>27-05-1999<br>10-03-1998<br>26-03-2001<br>13-12-1997<br>23-11-1999<br>28-05-1999<br>24-05-1999<br>21-09-1999 |
| GB 2356826                                | A  | 06-06-2001          | DE 10057082 A1  | 07-06-2001   |
| WO 03014620                               | A  | 20-02-2003          | WO 03014620 A1<br>US 2003079520 A1  | 20-02-2003<br>01-05-2003   |
| EP 1114921                                | A  | 11-07-2001          | US 6378359 B1<br>EP 1114921 A2  | 30-04-2002<br>11-07-2001   |
| US 5396794                                | A  | 14-03-1995          | CA 2120389 A1<br>US 5535620 A   | 06-10-1994<br>16-07-1996   |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK / F01N11/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr.  |
|------------|--|---|
| X          | US 2001/054281 A1 (ADAMS JOSEPH M ET AL)<br>27. Dezember 2001 (2001-12-27)   | 1-3, 5-9,<br>11, 16,<br>20, 21,<br>27-30,<br>32, 33, 35<br>18, 37, 38 |
| Y          | Absatz '0030! - Absatz '0046!;<br>Abbildungen  |   |
| A          | ---  | 12-14   |
| Y          | US 6 151 888 A (BLUMENSTOOK ANDREAS ET<br>AL) 28. November 2000 (2000-11-28)<br>Spalte 7, Zeile 11 - Zeile 17; Abbildung<br>4G<br>---<br>-/- | 18, 37, 38  |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

14. Oktober 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/10/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2260 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sideris, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile                       | Betr. Anspruch Nr.            |
|-----------|--|-------------------------------|
| X         | GB 2 356 826 A (JAGUAR CARS)<br>6. Juni 2001 (2001-06-06)<br><br>Seite 4, Zeile 5 -Seite 6, Zeile 7;<br>Abbildung<br>--- | 1-3, 6-8,<br>27-29,<br>37, 38 |
| P, X      | WO 03 014620 A (SOUTHWEST RES INST)<br>20. Februar 2003 (2003-02-20)<br>Zusammenfassung; Abbildungen<br>---              | 1, 28                         |
| A         | EP 1 114 921 A (FORD GLOBAL TECH INC)<br>11. Juli 2001 (2001-07-11)<br>---   |                               |
| A         | US 5 396 794 A (NICHOLS ANGELO H)<br>14. März 1995 (1995-03-14)<br>-----   |                               |

# INTERNATIONAL RESEARCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen  
PCT/03/07570

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 2001054281                                      | A1 | 27-12-2001                    | KEINE                             |                               |
| US 6151888   | A  | 28-11-2000                    | DE 19623335 C1                    | 28-08-1997                    |
|  |    |                               | DE 19751895 A1                    | 27-05-1999                    |
|  |    |                               | JP 10068314 A                     | 10-03-1998                    |
|  |    |                               | SE 514628 C2                      | 26-03-2001                    |
|  |    |                               | SE 9702245 A                      | 13-12-1997                    |
|  |    |                               | US 5987883 A                      | 23-11-1999                    |
|  |    |                               | FR 2771507 A1                     | 28-05-1999                    |
|  |    |                               | IT MI982485 A1                    | 24-05-1999                    |
|  |    |                               | JP 11257056 A                     | 21-09-1999                    |
| GB 2356826   | A  | 06-06-2001                    | DE 10057082 A1                    | 07-06-2001                    |
| WO 03014620  | A  | 20-02-2003                    | WO 03014620 A1                    | 20-02-2003                    |
|  |    |                               | US 2003079520 A1                  | 01-05-2003                    |
| EP 1114921   | A  | 11-07-2001                    | US 6378359 B1                     | 30-04-2002                    |
|  |    |                               | EP 1114921 A2                     | 11-07-2001                    |
| US 5396794   | A  | 14-03-1995                    | CA 2120389 A1                     | 06-10-1994                    |
|  |    |                               | US 5535620 A                      | 16-07-1996                    |